

열간 압연 공정에서의 장력 제어시스템

Tension Control System for Hot Strip Mills

박 성 한, 안 병 준*, 황 이 철**, 홍 신 표***, 이 만 형****

* 부산대 대학원

(Tel : 81-051-510-1456, Fax : 81-051-512-9835, E-mail : ha_ni_park@yahoo.co.kr)

** 동의대 기계공학과(TEL : +82-51-890-1649)

*** 부산대 BK21 사업팀

(Tel : 81-51-510-1456, Fax : 81-51-512-9835(645-600)

**** 부산대 기계공학부

(Tel : 81-51-510-2331, Fax : 82-51-512-9835, E-mail : mahlee@hyowon.pusan.ac.kr)

Abstract : The modeling for the looper of a hot strip finishing mill to control the tension of the strip is presented. The looper is an arm pushing against the strip between stands in a tandem mill to keep the strip tension constant and to isolate the interactions of the adjacent stands. Tension is influenced by the difference in mass flow through the up stream and down-stream rolling stands. Tension is critical to strip quality, influencing width, gauge, and shape. This paper presents how looper angle and strip tension are controlled for a hot strip finishing mill.

Keywords : hot strip finishing mill, looper, tension, angle, mass flow

1. 서론

열간압연공정은 가열로에서 슬라브를 가열한 후 조압연기에서의 조압연과정, 사상압연기에서의 보다 정밀한 압연과정, 수냉과정 및 권취과정을 거쳐 최종 제품인 핫코일이 출하된다.

이러한 압연공정 중 품질에 제일 큰 영향을 미치는 사상압연에서는 두께, 스트립의 장력, 폭, 속도, 크라운등을 적정 기준치를 따라가도록 제어가 수행되고 있으며, 이들 제어 중 속도제어기와 루퍼 제어기의 유기적인 제어를 통하여 사상압연중의 폭 제어를 수행하고 있다. 그러나 선단부에서의 정확한 Massflow 일치의 어려움과 과장력 등으로 인하여 폭이 줄어드는 폭 불량 현상이 종종 발생하고 있다. 이와 같은 폭 불량은 연간 약 2% 정도 차지하고 있으며 이로 인하여 생기는 실수율 감소 및 경제적인 손실 또한 크게 발생하고 있다.

루퍼는 압연 스탠드간 스트립에 적절한 일정 장력을 유지하여 판 폭과 판 두께의 변동이 없게 하고, 각 스탠드에서 발생하는 압연 현상을 분리시켜 판 두께제어의 효과를 높이는 역할을 한다. 특히, 스트립이 통관중일 때 생기는 과도한 장력이 스트립에 걸렸을 때나 루프(loop)의 발생시에 루퍼의 위치를 조정함으로써 장력 이상을 방지할 수 있어 조업의 안정성을 확보할 뿐만 아니라 제품의 고품질화에 기대할 수 있다.

스탠드 사이의 장력변화는 스트립의 폭과 두께의 변동으로 인해 압연에 불안정한 요소로 작용한다. 이에 반해 루퍼는 기준위치에 가능한 가깝게 위치하는 것이 좋다. 그러나, 종래의 루퍼제어는 스트립의 장력변동이 루퍼에 가해주는 토크로 인해 루퍼의 위치를 변화시키고 이 변화된 루퍼의 위치를 검출해서 루퍼의 위치와 스트립의 장력을 제어하는 충분치 못한 제어계로 되어있다. 이런 종래 제어계는 특히, 루퍼의 위치 또는 장력의 변화와 같은 동적 요소에 불안정하였다. 그리하여 보다 나은 루퍼

제어를 위해 루퍼의 위치뿐 아니라 스탠드간의 장력 또한 검출하여 루퍼의 위치 제어를 통한 루퍼 구동 토크 제어, 장력제어기를 통한 스탠드 속도 제어를 실시한다.

또한 제어기 설계에 앞서 압연 토크, 메인 모터, 루퍼시스템의 모델링 식을 유도한다.

2. 열간 압연 시스템

그림 1 은 열간압연의 사상압연공정을 도시한 것이다. 이 공정은 7개의 압연 스탠드와 압연 스탠드사이의 6개의 루퍼로 이루어져 있고, 여기에서 나온 코일은 권취기에서 권취되어 진다.

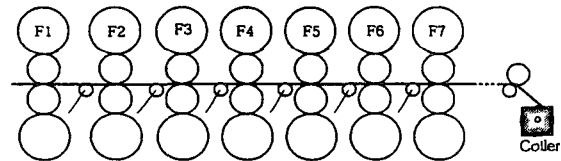


그림 1 사상압연공정

이 공정을 부분적으로 상세히 도시하면 그림 2 와 같이 된다. 각 워크 롤(Work Roll)은 속도제어기(ASR)로부터 속도 제어가 이루어지는 메인 모터로 구동되어지고, 루퍼는 2개의 인접한 압연 스탠드 사이에 설치되어 압연기의 속도 및 압하율의 변동에 기인한 압연재의 장력 변동을 완화시키기 위해 설치되어 있다.

즉, 루퍼의 설치요인은 양단 스탠드의 속도 편차에 의해서 발생한 스탠드간의 장력을 일정하게 유지시켜서 안정된 압연작업을 수행할 수 있게 하는 것이다. 또한 루퍼의 위치를 일정하게 유지시켜주기 위한 높이제어기(LHC)가 PID방식으로 설치되어 있고 이 제어출력을 이용하여 선단 스탠드의 속도를 조절하여 루퍼는 일정한 높이를 유지하면서 일정한 장력을 유지하도록 설치되어 있다.